

*Stručni rad*  
*Professional paper*

UDC: 622.33.013

DOI: 10.5825/afts.2012.0406.037M

## POUZDANOST KOMBINOVANIH SISTEMA POVRŠINSKE EKSPLOATACIJE

Milošević Dimšo<sup>1</sup>, Maksimović Miro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Rudnik i Termoelektrana Ugljevik, E.mail: [dimsomilosevic@gmail.com](mailto:dimsomilosevic@gmail.com)

### REZIME

Pouzdanost je sposobnost elemenata, odnosno sistema da ispunjava svoje funkcije u određeno vrijeme. Razlikujemo sledeće blok-šeme sistema:

- Sa serijskom vezom elemenata,
- Sa paralelnom vezom elemenata,
- Sa kombinovanom serijsko-paralelnom vezom elemenata
- Sa kombinovanom paralelno-serijskom vezom elemenata

U radu se daje šema za proračun pouzdanosti kombinovanih sistema na površinski kopovima. Prikazana su moguća stanja kroz : rad, otkaz i prisilni zastoj, kao i stanja DTO sistema kroz srednje vrijeme rada i remonta. Daje se vjerovatnoća rada DTO sistema sa materijalom i vjerovatnoća transporta materijala damperima van DTO sistema do odlagališta.

Ključne riječi: *pouzdanost, sistem, vjerovatnoća, rad i otkaz*

## THE RELIABILITY COMBINED SYSTEMS SURFACE EXPLOITATION

### ABSTRACT

Reliability is the ability of elements and systems to fulfill their functions at specific times. We distinguish the following block scheme systems:

- The serial connection of elements
- With the parallel connection of elements
- The combined series-parallel connection of elements
- With a combined parallel-series connection of elements

This paper provides a scheme for calculating the reliability of combined systems for surface mining. Displayed are the possible states: working, cancellations and forced a delay, and the state through the medium DTO systems during operation and maintenance. It gives the probability of DTO systems with the material and the likelihood of material transport trucks out DTO system to landfill.

Key words: *reliability, system, probability, work and cancellation*

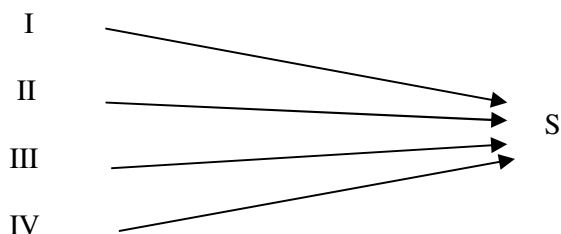
## UVOD

Pouzdanost sistema u površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina kao i u drugim granama privrede predstavlja izuzetno važan segment u fazi projektovanja i planiranja potrebne mehanizacije za izvođenje radova. Pouzdana oprema daje sigurnost u funkcionisanju sistema kako njegovih elemenata tako i sistema u cjelini. Vjerovatnoća rada kombinovanih sistema je u direktnoj zavisnosti od stanja elemenata sistema. Kompleksnost problema zahtijeva konsultaciju dosadašnjih saznanja da bi se podigao nivo pouzdanosti sistema u cjelini.

## ŠEMA ZA ODREĐIVANJE POUZDANOSTI KOMBINOVANIH SISTEMA

Veza pojedinih elemenata na površinskim kopovima zavisi od izbora tehnologije rada, vrste utovara, transporta i odlaganja masa. U zavisnosti od dimenzija površinskog kopa prije svega brzine produbljavanja kopa za kosa i strma ležišta iznalaze se rješenja u odabiru šeme vezivanja elemenata sistema: serijske, paralelne ili kombinovane veze. U daljoj razradi je odabran kombinovani sistem.

- Šema kombinovanog sistema:



I, II, III, IV – dробilična postrojenja,  
S – transporter i sa gumenom trakom i odlagač.

- Moguća stanja:

Z	I	II	III	IV	S
1.	R	R	R	P	R
2.	R	R	P	R	R
3.	R	P	R	R	R
4.	P	R	R	R	R
5.	0	R	R	R	R
6.	R	0	R	R	R
7.	R	R	0	R	R
8.	R	R	R	0	R

Z	I	II	III	IV	S
9.	R	R	0	0	R
10.	R	0	R	0	R
11.	R	0	0	R	R
12.	0	R	0	R	R
13.	0	0	R	R	R
14.	0	R	R	0	R
15.	0	0	0	R	R
16.	0	0	R	0	R
17.	0	R	0	0	R
18.	R	0	0	0	R
19.	0	0	0	0	P

Z	I	II	III	IV	S
20.	P	P	P	P	0
21.	P	P	P	0	0
22.	P	P	0	P	0
23.	P	0	P	P	0
24.	0	P	P	P	0
25.	P	P	0	0	0
26.	P	0	0	P	0
27.	P	0	P	0	0

Z	I	II	III	IV	S
31.	0	0	0	P	P
32.	0	0	P	0	0
33.	0	P	0	0	0
34.	P	0	0	0	0
35.	0	0	0	0	0

28.	0	P	0	P	0
29.	0	0	P	P	0
30.	0	P	P	0	0

- Moguća stanja sistema:

R – rad

0 – otkaz

P – prinudni zastoј

Broј dробilica u radu :

- Radi jedna dробilica za stanja:  $Z_{15}, Z_{16}, Z_{17}$  i  $Z_{18}$ .
- Rade dvije dробilice za stanja:  $Z_9, Z_{10}, Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}$  i  $Z_{14}$ .
- Rade tri dробilice za stanja:  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7$  i  $Z_8$ .
- Stanja u kojima radi bilo koji broj dробilica su od  $Z_1$  do  $Z_{18}$ .
- Zbir vjerovatnoća stanja od  $Z_1$  do  $Z_{18}$  daje vjerovatnoću da će se materijal transportovati preko DTO sistema, a oduzimanjem dobivene vjerovatnoće preko DTO sistema od 1 (100%), dobija se vjerovatnoća da će se materijal transportovati van DTO sistema direktno damperima na odlagalište.
- Sastavljanje stanja DTO sistema po osnovu srednjeg vremena rada ( $\lambda$ ) i remonta ( $\beta$ ):

$$Z_1 - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_5 \\ Z_6 \\ Z_7 \\ Z_{20} \end{array}$$

$$Z_2 - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_5 \\ Z_6 \\ Z_8 \\ Z_{20} \end{array}$$

$$Z_3 - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_5 \\ Z_7 \\ Z_8 \\ Z_{20} \end{array}$$

$$Z_4 - \begin{array}{|l} \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_6 \\ Z_7 \\ Z_8 \\ Z_{20} \end{array}$$

$$Z_5 - \begin{array}{|l} \beta_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_1 \\ Z_{13} \\ Z_{12} \\ Z_{14} \\ Z_{24} \end{array}$$

$$Z_6 - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \beta_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{13} \\ Z_1 \\ Z_{11} \\ Z_{10} \\ Z_{23} \end{array}$$

$$Z_7 - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \beta_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{12} \\ Z_{11} \\ Z_3 \\ Z_9 \\ Z_{22} \end{array}$$

$$Z_8 - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \beta_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{14} \\ Z_{10} \\ Z_9 \\ Z_4 \\ Z_{21} \end{array}$$

$$Z_9 - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{17} \\ Z_{18} \\ Z_8 \\ Z_7 \\ Z_{25} \end{array}$$

$$Z_{10} - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \beta_2 \\ \lambda_3 \\ \beta_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{16} \\ Z_8 \\ Z_{18} \\ Z_6 \\ Z_{27} \end{array}$$

$$Z_{11} - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{15} \\ Z_7 \\ Z_6 \\ Z_{18} \\ Z_{26} \end{array}$$

$$Z_{12} - \begin{array}{|l} \beta_1 \\ \lambda_2 \\ \beta_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_7 \\ Z_{15} \\ Z_5 \\ Z_{17} \\ Z_{28} \end{array}$$

$$Z_{13} - \begin{array}{|l} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_6 \\ Z_5 \\ Z_{15} \\ Z_{16} \\ Z_{29} \end{array}$$

$$Z_{14} - \begin{array}{|l} \beta_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \beta_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_8 \\ Z_{16} \\ Z_{17} \\ Z_5 \\ Z_{30} \end{array}$$

$$Z_{15} - \begin{array}{|l} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{11} \\ Z_{12} \\ Z_{13} \\ Z_{19} \\ Z_{31} \end{array}$$

$$Z_{16} - \begin{array}{|l} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \lambda_3 \\ \beta_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{10} \\ Z_{14} \\ Z_{19} \\ Z_{13} \\ Z_{32} \end{array}$$

$$Z_{17} - \begin{array}{|l} \beta_1 \\ \lambda_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_9 \\ Z_{19} \\ Z_{14} \\ Z_{12} \\ Z_{33} \end{array}$$

$$Z_{18} - \begin{array}{|l} \lambda_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \\ \lambda_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{12} \\ Z_{11} \\ Z_3 \\ Z_9 \\ Z_{22} \end{array}$$

$$Z_{19} - \begin{array}{|l} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \end{array} \begin{array}{l} Z_{34} \\ Z_{33} \\ Z_{32} \\ Z_{31} \end{array}$$

$$Z_{20} - \beta_s \quad Z_1$$

$$Z_{21} - \begin{array}{|l} \beta_4 \\ \beta_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{19} \\ Z_8 \end{array}$$

$$Z_{22} - \begin{array}{|l} \beta_3 \\ \beta_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{19} \\ Z_7 \end{array}$$

$$Z_{23} - \begin{array}{|l} \beta_2 \\ \beta_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{19} \\ Z_6 \end{array}$$

$$Z_{24} - \begin{array}{|l} \beta_1 \\ \beta_s \end{array} \begin{array}{l} Z_{19} \\ Z_5 \end{array}$$

$$Z_{25} - \begin{array}{l} \beta_3 \quad Z_{21} \\ \beta_4 \quad Z_{22} \\ \beta_s \quad Z_{29} \end{array}$$

$$Z_{26} - \begin{array}{l} \beta_2 \quad Z_{22} \\ \beta_3 \quad Z_{23} \\ \beta_s \quad Z_{11} \end{array}$$

$$Z_{27} - \begin{array}{l} \beta_2 \quad Z_{21} \\ \beta_4 \quad Z_{23} \\ \beta_s \quad Z_{10} \end{array}$$

$$Z_{28} - \begin{array}{l} \beta_1 \quad Z_{22} \\ \beta_3 \quad Z_{24} \\ \beta_s \quad Z_{12} \end{array}$$

$$Z_{29} - \begin{array}{l} \beta_1 \quad Z_{25} \\ \beta_2 \quad Z_{24} \\ \beta_s \quad Z_{13} \end{array}$$

$$Z_{30} - \begin{array}{l} \beta_1 \quad Z_{21} \\ \beta_4 \quad Z_{24} \\ \beta_s \quad Z_{14} \end{array}$$

$$Z_{31} - \begin{array}{l} \beta_1 \quad Z_{26} \\ \beta_2 \quad Z_{28} \\ \beta_3 \quad Z_{29} \\ \beta_s \quad Z_{15} \end{array}$$

$$Z_{32} - \begin{array}{l} \beta_1 \quad Z_{27} \\ \beta_2 \quad Z_{30} \\ \beta_4 \quad Z_{29} \\ \beta_s \quad Z_{16} \end{array}$$

$$Z_{33} - \begin{array}{l} \beta_1 \quad Z_{25} \\ \beta_3 \quad Z_{30} \\ \beta_4 \quad Z_{28} \\ \beta_s \quad Z_{17} \end{array}$$

$$Z_{34} - \begin{array}{l} \beta_2 \quad Z_{26} \\ \beta_3 \quad Z_{28} \\ \beta_4 \quad Z_{29} \\ \beta_s \quad Z_{15} \end{array}$$

$$Z_{35} - \begin{array}{l} \beta_1 \quad Z_{34} \\ \beta_2 \quad Z_{33} \\ \beta_3 \quad Z_{32} \\ \beta_4 \quad Z_{31} \\ \beta_s \quad Z_{19} \end{array}$$

gdje je :

$\lambda = 1/t_r$ ; srednje vrijeme rada i

$\beta = 1/t_{rem}$ ; srednje vrijeme remonta .

## ZAKLJUČAK

Pouzdanost elemenata sistema i sistema u cjelini predstavlja izuzetno kompleksnu materiju koja zahtijeva teoretski pristup analize mogućih stanja elemenata sistema kao i sistema u cjelini.

Kombinovani sistemi predstavljaju najsloženiju vezu elemenata u sistemu i zahtjevaju posebnu analizu elemenata sistema, zatim analizu pouzdanosti kombinovanog sistema u cjelini. Najčešći oblici

kombinovanih sistema su u primjeni na dubokim površinskim kopovima. Najčešći elementi takvih sistema su bageri, damperi, drobilna postrojenja, transporter i sa gumenom trakom i odlagači. Stim u vezi teži se manjem broju elemenata u sistemu i na taj način se postiže povoljnija veza i uslovno veća pouzdanost sistema na površinskim kopovima.

LITERATURA :

- [1] Mladenović, N. (1986). Numerički metodi. Beograd. Tehnička knjiga.
- [2] Pavlović, V. (1989). Pouzdanost diskontinualnih sistema u površinskoj eksploataciji. Beograd. Rudarsko-geološki fakultet.
- [3] Popović, N. (1984). Naučne osnove projektovanja površinskih kopova. Sarajevo. NIRO „Zajednica“ – NIŠRO „Oslobođenje“.
- [4] Veljović, A. (1990). Elementi ekspert sistema za projektovanje tehnoloških procesa. Beograd. mašinski fakultet.
- [5] Vujanović, N. (1987). Pouzdanost tehničkih sistema, Beograd. Tehnička knjiga
- [6] Stoyan, D., Stoyan, H. (1971). Mathematische methoden in der Operation Sforschun Q. Lripzig.